


**LASER BEAM DEVICE AND LASER BEAM PROCESSING DEVICE**

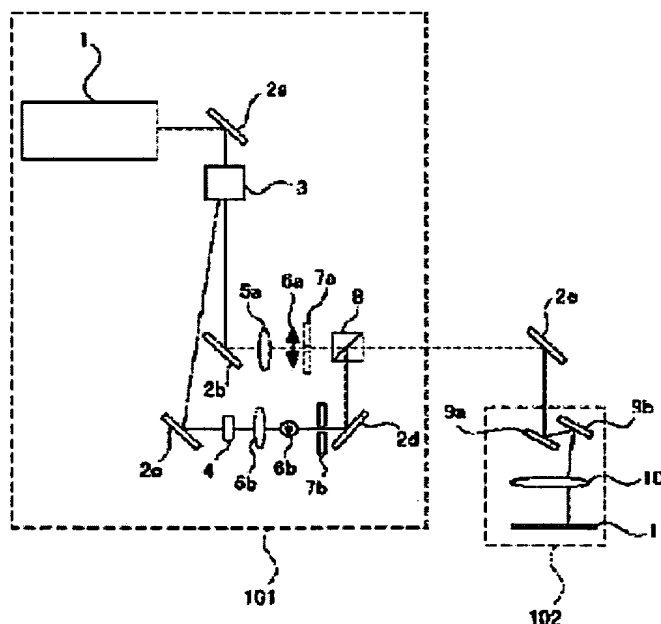
**Patent number:** JP2002035979  
**Publication date:** 2002-02-05  
**Inventor:** KONNO SUSUMU; KOJIMA TETSUO  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- **International:** B23K26/06; G02B26/10; G02B27/28; G02F1/33;  
H01S3/00; H01S3/07; H01S3/098  
- **European:**  
**Application number:** JP20000221991 20000724  
**Priority number(s):**

**Also published as:**

 JP2002035979 (A)

**Abstract of JP2002035979**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laser beam device capable of supplying a laser beam which is suitable for laser beam process, and to realize high degree of freedom in machining and high-speed working using the laser beam device.  
**SOLUTION:** The laser beam which is supplied from a laser beam source 1 is changed its direction 3 to plural optical paths with high-speed. Optical elements such as apertures 7a and 7b, a polarization direction rotary element 4, and condenser lens 5a and 5b for adjusting optical characteristics of the laser beam are arranged on these plural optical paths, and make plural laser beams having different laser beam characteristics. An optical axis of each laser beam which is changed its direction is coincided with each other and injected in the processing device, as a result, process which is high in the degree of freedom is conducted.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-35979

(P2002-35979A)

(43) 公開日 平成14年2月5日 (2002.2.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	E 2 H 0 4 5
			C 2 H 0 9 9
G 0 2 B 26/10	1 0 4	G 0 2 B 26/10	1 0 4 Z 2 K 0 0 2
27/28		27/28	Z 4 E 0 6 8
G 0 2 F 1/33		G 0 2 F 1/33	5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全9頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-221991 (P2000-221991)

(22) 出願日 平成12年7月24日 (2000.7.24)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 今野 進

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 小島 哲夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

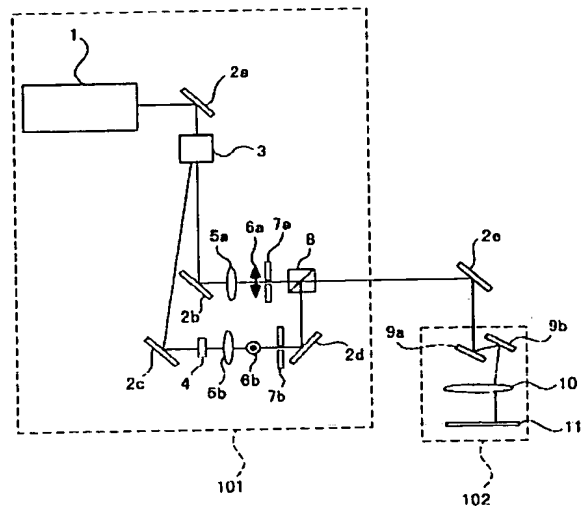
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置およびレーザ加工装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高速加工の際には、単一のレーザ特性のレーザビームしか用いられなかったため、自由度の高い加工を行うことが困難であった。

【解決手段】 1台のレーザ光光源1から供給されたレーザビームを複数の光路に高速に方向変換3し、複数の光路にそれぞれレーザ光の光学特性を調節するアパーチャ7a、7b、偏光方向回転素子4、集光レンズ5a、5b等の光学素子を配置して、レーザ特性の異なる複数のレーザビームとした後、各レーザビームの光軸を一致させ加工機へ入射させることにより自由度の高い加工を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を供給するレーザ光光源と、前記レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、前記複数の光路から入射した前記レーザ光を所定の一方方向に出射させる第1の光学素子と、前記第1の光学素子の前段に配置され、前記複数の光路中の各レーザ光の光学特性をそれぞれ異ならせるように調節する第2の光学素子と、を備えたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項2】 前記第1の光学素子がポーラライザであることを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。

【請求項3】 前記第2の光学素子が、アバーチャ、偏光方向回転素子、集光レンズのいずれか一つ以上を含むことを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。

【請求項4】 前記レーザ光の光学特性が、レーザ光強度、ビーム径あるいはビーム焦点位置であることを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。

【請求項5】 レーザ光を供給するレーザ光光源と、前記レーザ光の光路上に配置され、前記レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、光路変換後のレーザ光を光増幅させる複数のレーザ光増幅器と、を備えたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項6】 前記レーザ光光源がモードロックレーザからなるレーザ光光源であることを特徴とする請求項5記載のレーザ装置。

【請求項7】 前記ビーム方向変換素子が、前記レーザ光の偏光方向をスイッチングさせる複数の電気光学素子と、前記複数の電気光学素子の後段にそれぞれ配置され、前記レーザ光のビーム方向を光路変換させる複数のポーラライザと、を含んでなることを特徴とする請求項5記載のレーザ装置。

【請求項8】 前記ビーム方向変換素子が、音響光学モジュレータあるいは可動式ミラーであることを特徴とする請求項5記載のレーザ装置。

【請求項9】 請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載のレーザ光を出射するレーザ装置と、前記レーザ光を加工光源として前記レーザ光に対して加工対象物を相対的に移動させるレーザ加工対象駆動部分と、を備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はレーザ装置およびこのレーザ装置を用いたレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は、例えば特表平9-511791号公報に示された従来のレーザ穴あけ加工装置を示す構成図である。図5において1はレーザ光光源、2は全反射ミラー、9a、9bはガルバノミラー、10はfθレンズ、11は加工対象物、101はレーザ装置、102はレーザ加工対象駆動部分であって、全反射ミラー2

は、レーザ光光源1から供給されたレーザ光のビーム方向を変える機能、ガルバノミラー9a、9bはレーザ光のビーム方向を高速に変換する機能を、それぞれ有する。

【0003】図5のように構成された従来のレーザ加工装置の動作について説明する。レーザ光光源1より供給されたレーザ光は全反射ミラー2を通過し、ガルバノミラー9a、9bによってレーザ光のビーム方向が決定される。fθレンズ10を通過して集光されたレーザ光は加工対象物11上に照射され、このレーザ光のエネルギーによって加工対象物11を所望の形状に加工する。ガルバノミラー9a、9b、fθレンズ10によってレーザ光照射領域を高速に移動させることにより加工対象物11上で、加工位置を変えながら、所定の箇所に穴あけ等が行われる。加工位置をさらに大きく移動させるには、X-Yテーブル上（図示せず）に加工対象物11を載せて所望の加工位置に駆動させる。

【0004】図5のように構成された従来のレーザ加工装置では、加工対象物11に入射するレーザ光のビーム径や焦点位置を変えるには、光路上に配置されたレンズやアバーチャといった素子（図示せず）の位置を移動させる、あるいはアバーチャのサイズを取り替えるといった作業を長時間行わなければならなかった。

【0005】図6は、例えばOptics Letters（オプティクスレターズ）23巻、1384～1386ページの、Y. Nabekawaらによって著わされた“Generation of 0.66-Twpulses at 1kHz by a Ti:sapphire laser”に示された従来のレーザ装置を示す構成図である。

【0006】図6において、101はレーザ装置、301はモードロックレーザからなるレーザ光光源、302はパルスエキシパンダーと呼ばれるパルス幅を拡張する装置、303は再生増幅器(regenerative amplifier)、304はレーザ光増幅器、305はパルスコンプレッサーと呼ばれるパルス幅を圧縮する装置、をそれぞれ示す。

【0007】なお、パルスエキシパンダー、再生増幅器、パルスコンプレッサーの機能に関しては、W.Koechner著の“Solid-State Laser Engineering”第4版、541ページ、559～561ページに詳細な説明が記載されている。

【0008】図6のように構成された従来のレーザ装置の動作について説明する。図7は図6の従来のレーザ装置101の動作を示した図で、モードロックレーザからなるレーザ光光源301より供給されたレーザ光のパルス列306aと、再生増幅器303の作用によって、数十MHzのパルス列306aの中から、数パルスのパルスを含むパルス列を1kHzの繰返し周波数で切り出した後のパルス列306bを模式的に示したものである。

【0009】モードロックレーザからなるレーザ光光源301より供給されたレーザ光は数十MHzの繰返し周

波数を有しており、繰返し周波数が高すぎて十分なパルスエネルギーまで増幅することが難しいため、増幅させるパルスを図7中のパルス列306bに切り出す必要がある。

【0010】再生増幅器303には電気光学素子とポーライザを組み合わせた装置等、パルス列306aのような数十MHzの繰返し周波数を持つモードロックレーザからなるレーザ光光源301からのパルスレーザ光の中で、パルス列306bのような数kHz程度の部分を切り出し、増幅する機能を備えている。なお、パルス幅が短い状態で増幅すると光学素子に損傷を与える可能性があるため、パルスエキスパンダー302によってパルス幅を拡張し、再生増幅器303に入射する必要がある。

【0011】再生増幅器303およびレーザ光増幅器304で増幅されたパルスレーザ光をパルスコンプレッサー305の機能によってそのパルス幅を所望の値まで圧縮した後、加工光源として使用する。図6に示されたような従来例では、モードロックレーザからなるレーザ光光源301から供給されたレーザ光は1組の再生増幅器303、レーザ光増幅器304のみしか入射できないので、全体として1台のレーザ加工装置しか構成できない結果、レーザ加工装置が高価なものとなっていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来のレーザ装置では、レーザ光のビーム径や焦点位置を変える際に長時間を要するので、このレーザ装置を加工光源に用いた場合、例えば穴開け加工時に径の異なる穴を高速に加工するような、自由度の高い加工を高速に行えない問題があった。

【0013】また、従来のレーザ加工装置は1台のレーザ光光源から供給されたレーザ光を1台のレーザ加工対象駆動部分のみに用いるよう構成されているのでレーザ加工対象駆動部分毎に相対的に価格の高いレーザ光光源をそれぞれ必要とするため、レーザ加工装置全体を安価に製造することが困難であった。

【0014】この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、レーザ加工に適したレーザ光を供給可能なレーザ装置およびそのレーザ装置を使用することにより、加工の自由度が高くかつ高速加工可能、あるいは安価でかつ高速加工可能なレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明に係るレーザ装置は、レーザ光を供給するレーザ光光源と、レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、複数の光路から入射したレーザ光を所定の一方に出射させる第1の光学素子と、第1の光学素子の前段に配置され、複数の光路中の各レーザ光の光学特性をそれぞれ異ならせるように調節する第2の光学素子と、を備えたものである。

【0016】また、本発明に係るレーザ装置は、上述の第1の光学素子がポーライザであるとしたものである。

【0017】また、本発明に係るレーザ装置は、上述の第2の光学素子がアバーチャ、偏光方向回転素子、集光レンズのいずれか一つ以上を含んだものである。

【0018】また、本発明に係るレーザ装置は、上述のレーザ光の光学特性がレーザ光強度、ビーム径、あるいはビーム焦点位置であるとしたものである。

【0019】また、本発明に係るレーザ装置は、レーザ光を供給するレーザ光光源と、レーザ光の光路上に配置され、レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、光路変換後のレーザ光を光増幅させるレーザ光増幅器と、を備えたものである。

【0020】また、本発明に係るレーザ装置は、上述のレーザ光光源がモードロックレーザからなるレーザ光光源であるとしたものである。

【0021】また、本発明に係るレーザ装置は、上述のビーム方向変換素子が、レーザ光の偏光方向をスイッチングさせる複数の電気光学素子と、複数の電気光学素子の後段にそれぞれ配置され、レーザ光のビーム方向を光路変換させる複数のポーライザと、を含んでなるとしたものである。

【0022】また、本発明に係るレーザ装置は、上述のビーム方向変換素子が、音響光学モジュレータあるいは可動式ミラーであるとしたものである。

【0023】本発明に係るレーザ加工装置は、上述のレーザ光を出射するレーザ装置と、レーザ光を加工光源としてレーザ光に対して加工対象物を相対的に移動させるレーザ加工対象駆動部分と、を備えたものである。

【0024】

【発明の実施の形態】実施の形態1。図1は本発明の実施の形態1を示す構成図である。図1において、1はレーザ光光源、2a、2b、2c、2d、2eは全反射ミラー、3はビーム方向変換素子、4は偏光方向回転素子、5a、5bは集光レンズ、6a、6bはレーザ光の偏光方向を表示する記号、7a、7bはアバーチャ、8はポーライザ、9a、9bはガルバノミラー、10はfθレンズ、11は加工対象物、101はレーザ装置、102はレーザ加工対象駆動部分、をそれぞれ示す。ここで、ポーライザ8は第1の光学素子、偏光方向回転素子4、集光レンズ5a、5b、アバーチャ7a、7bは第2の光学素子を構成する。

【0025】図1に示した本発明の実施の形態1の、主としてレーザ装置101とレーザ加工対象駆動部分102で構成されたレーザ加工装置の動作について説明する。レーザ光光源1より供給されたレーザ光は全反射ミラー2aを通過した後、ビーム方向変換素子3により、全反射ミラー2bを通過する光路、または全反射ミラー2cを通過する光路の2種類の光路間を高速にスイッチ

(4)

5

ングできるように構成されている。ここで、ビーム方向変換素子3とは例えば可動式ミラーや音響光学モジュレータを指し、レーザ光のビーム方向を高速かつ正確に変更できる機能を有する。

【0026】全反射ミラー2bを通過する光路に入射したレーザ光は集光レンズ5aにより曲率を補正され、次にアパーチャ7aにより整形されることによりレーザ光の光学特性を所望の値に調節させた後、ポーラライザ8、全反射ミラー2eを経てレーザ加工対象駆動部分102内へ入射し、ガルバノミラー9a、9bによってビーム方向が決定される。さらに、fθレンズ10を通過して集光されたレーザ光は加工対象物11上に照射され、このレーザ光のエネルギーによって加工対象物11を所望の形状に加工する。ここでポーラライザ8は偏光方向が紙面に平行なレーザ光に対して全透過、偏光方向が紙面に対して垂直なレーザ光に対して全反射する性質を有する。

【0027】一方、全反射ミラー2cを通過する光路に入射したレーザ光は、偏光方向回転素子4により偏光方向を変え、集光レンズ5bにより曲率を補正され、アパーチャ7bにより整形されることによりその光学特性を所望の値に調節された後、全反射ミラー2d、ポーラライザ8、全反射ミラー2eを経てレーザ加工対象駆動部分102へ入射する。

【0028】以上のような主としてレーザ装置101とレーザ加工対象駆動部分102で構成されたレーザ加工装置では、ビーム方向変換素子3によってレーザ光の光路を高速に変換、すなわちスイッチングすることができ

る。

【0029】従って、アパーチャ7a、7bのサイズ、集光レンズ5a、5bの光路上の位置、曲率、偏光方向回転素子4による偏光方向回転角度の選択によって、レーザ加工対象駆動部分102に入射するレーザ光強度、加工対象位置でのビーム径、焦点位置、等のレーザ光の光学特性を調節したレーザ光を高速にスイッチングさせながら、加工対象物11に照射できる。

【0030】なお、加工位置をさらに大きく移動させるには、X-Yテーブル上(図示せず)に加工対象物11を載せて所望の加工位置に駆動させる方法が有効である。

【0031】かかる機能を用いると、各光路に配置されたそれぞれ異なる光学素子の作用によるレーザ光の光学特性の調節により、例えば、異なるレーザ光のビーム径にそれぞれ対応した複数の口径の穴開けを高速に行うことが可能となる。また、光路毎にそれぞれ焦点位置の異なるレーザ光をスイッチングさせて焦点位置を切り替える手段で、高速に3次元加工することも可能となる。

【0032】かかる構成によるレーザ加工装置は、異なる口径、深さ、テーパ形状の穴開けを同一の加工対象物11上に行う場合や、1層ごとに被加工性の異なる複

数の材料を重ね合わせた多層基板の加工に用いる場合に特に有効である。

【0033】また、超短パルスレーザ光で加工を行う際は、焦点位置にパルスレーザ光のエネルギーが集中する性質を利用して焦点位置近傍のみ選択的に加工できるため、ビーム方向変換素子3によるレーザ光のビーム方向の変換により焦点位置が互いに異なるレーザ光を制御して、3次元的な加工を高速に行うことが可能となり、本発明の効果はより顕著なものとなる。

【0034】上述の本発明のレーザ加工装置の動作説明ではレーザ装置101とレーザ加工対象駆動部分102を組み合わせてレーザ光を加工に用いた場合のみ言及したが、本発明のレーザ装置101の構成を加工以外の目的に適用しても良いことは言うまでもない。

【0035】また、上述の本発明のレーザ加工装置の動作説明では、レーザ光を2方向に変換してそれぞれレーザ光の光学特性を調節する装置構成について説明したが、3方向以上の場合でも同様な効果が容易に得られることは言うまでもない。

【0036】実施の形態2. 図2は本発明の実施の形態2を示す構成図である。図2において、1は繰返し周波数、数10MHzで動作するモードロックレーザからなるレーザ光光源、2a、2b、2c、2d、2eは全反射ミラー、5a、5b、5c、5dは集光レンズ、8a、8b、8c、8dはポーラライザ、11a、11b、11c、11dは加工対象物、101はレーザ装置、102a、102b、102c、102dはレーザ加工対象駆動部分、13a、13b、13c、13dは電気光学素子、14a、14b、14c、14dはレーザ光増幅器、をそれぞれ示す。

【0037】図2に示した実施の形態2の、主としてレーザ装置101とレーザ加工対象駆動部分102aないし102dで構成されたレーザ加工装置の動作について説明する。図3はレーザ光強度と時間の関係を模式的に示したものであり、レーザ光光源1出射直後のパルス列が15、加工対象物11a、11b、11c、11d上に照射されるレーザ光のパルス列が15a、15b、15c、15dである。

【0038】図2においてレーザ光光源1より供給されたレーザ光は全反射ミラー2eで方向を変え、電気光学素子13a、13b、13c、13dによって、通過するレーザ光の偏光方向をスイッチングさせて、ポーラライザ8a、8b、8c、8dによってレーザ光の偏光状態により、レーザ光を透過させるかあるいはビーム方向を変換させるかを選択する。なお、電気光学素子は電圧印可によって偏光方向を90度回転できる機能を有する。

【0039】かかる光学素子の作用により、図3に示すレーザ光のパルス列15a、15b、15c、15dを、時間をずらしてそれぞれ、レーザ光増幅器14a、

14b、14c、14dに入射および光増幅させて、全反射ミラー2a、2b、2c、2dによってビーム方向を変え、集光レンズ5a、5b、5c、5dによって集光した後、加工対象物11a、11b、11c、11dに照射する。

【0040】図2において、レーザ光光源1はモードロックレーザからなるレーザ光光源で、数十MHzの繰返し周波数で動作する。従って、図3に示すように数kHz以上の繰返し周波数で時間をずらしてパルスを出して複数のレーザ光増幅器14に入射させることにより、各レーザ光増幅器14a～14dから数kHz以上の繰返し周波数で光増幅されたパルスレーザ光を供給できる。

【0041】従来、レーザ加工装置を構成するためには、各レーザ加工対象駆動部分毎にレーザ光光源1が必要であったが、図2に示したように1台のレーザ光光源1のレーザ光を複数のレーザ光へと変換し、変換により強度が低下した各レーザ光を複数のレーザ光増幅器14a、14b、14c、14dによって光増幅してからレーザ加工を行うので、1台のレーザ装置から供給されたレーザ光を複数の光路に容易に変換でき、かつレーザ光強度の低下を招来することなく複数のレーザ加工対象駆動部分102aないし102dを並行して駆動することが可能なため、レーザ加工対象駆動部分の1台当たりの価格が実効的に安価となる。なお、必要であれば、レーザ光増幅器14aないし14dの後段に波長変換素子を設け、波長変換レーザビームを加工に用いても良い。

【0042】また、モードロックレーザからなるレーザ光光源1のうち、レーザ光のパルス幅を一旦広げてレーザ光増幅器へ入射させ、光増幅後にパルス幅を短縮する必要があるようなパルス幅が短いレーザ光に対しては、パルスエキスパンダーと呼ばれるパルス幅を広げる装置や、パルスコンプレッサーと呼ばれるパルス幅を圧縮する装置を設けても良い。その際、レーザ光の光路変換前にパルスエキスパンダーを配置して、光学素子の個数を少なくすることも可能である。

【0043】また、レーザ光増幅器ではなく、複数の再生増幅器を使用して同様の装置を構成しても良いし、レーザ光光源のレーザ光を複数の再生増幅器とレーザ光増幅器に入射させても良い。さらに、レーザ光光源からのレーザ光を単一の再生増幅器でパルス列に切り出して光増幅した後、複数のレーザ光増幅器へ入射させてもよい。

【0044】実施の形態3。図4は本発明の実施の形態3を示す構成図である。図4において、1はレーザ光光源、2a、2b、2c、2d、2e、200a、200b、200c、200dは全反射ミラー、3はビーム方向変換素子、5a、5b、5c、5dは集光レンズ、11a、11b、11c、11dは加工対象物、101はレーザ装置、102a、102b、102c、102dはレーザ加工対象駆動部分、14a、14b、14c、

14dはレーザ光増幅器、をそれぞれ示す。なお、本レーザ加工装置構成中、ビーム方向変換素子3としては特に音響光学モジュレータが好適である。

【0045】図4に示した本発明の実施の形態3の、主としてレーザ装置101とレーザ加工対象駆動部分102aないし102dで構成されたレーザ加工装置の動作について説明する。モードロックレーザからなるレーザ光光源1より供給されたパルスレーザ光は全反射ミラー2eによって方向を変え、音響光学モジュレータのようなビーム方向変換素子3によりレーザ光のビーム方向が変換され、全反射ミラー2a、2b、2c、2d上へと時間をずらして導光される。各全反射ミラー2a、2b、2c、2d上でさらにビーム方向を変えたレーザ光は各レーザ光増幅器14a、14b、14c、14dへ入射増幅され、全反射ミラー200a、200b、200c、200d、集光レンズ5a、5b、5c、5dを経て、加工対象物11a、11b、11c、11dへ照射される。

【0046】このように構成されたレーザ加工装置では、高速に光路変換可能なビーム方向変換素子3の一種である音響光学モジュレータを用いて各レーザ光増幅器14aないし14dへレーザ光を光路変換して導光しているため、実施の形態2に示した電気光学素子13を適用したレーザ加工装置に比べ、さらに高い繰返し周波数でレーザ光をレーザ光増幅器14へ供給可能である。

【0047】図2、4においては電気光学素子13、ビーム方向変換素子3でビーム方向を高速変換した場合について示したが、可動式ミラー等でビーム方向を高速に変換しても同様な効果が得られる。

【0048】なお、上述の実施の形態1～3で使用するレーザ光光源あるいはモードロックレーザからなるレーザ光光源1の詳細については特に言及しなかったが、CO<sub>2</sub>レーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ等のどんなレーザ光光源でも適用可能である。

【0049】

【発明の効果】本発明に係るレーザ装置では、レーザ光を供給するレーザ光光源と、レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、複数の光路から入射したレーザ光を所定の一方方向に出射させる第1の光学素子と、第1の光学素子の前段に配置され、複数の光路中の各レーザ光の光学特性をそれぞれ異ならせるように調節する第2の光学素子と、を備えたので、本レーザ装置を加工光源として用いることにより、光学特性が異なるようそれぞれ調節されたレーザ光を加工光源として、時間的に複数の光路に切り変えるレーザ加工が可能となり、従来のレーザ加工装置と比してより自由度の高い高速加工を行うことができる効果がある。

【0050】また、本発明に係るレーザ装置では、上述の第1の光学素子がポーライザであるので、各光路毎のレーザ光を所定の一方方向に出射できる。

【0051】また、本発明に係るレーザ装置では、上述の第2の光学素子がアパーチャ、偏光方向回転素子、集光レンズのいずれか一つ以上を含むので、各光路毎のレーザ光の光学特性の調節が容易になり、自由度の高い加工を高速に行える。

【0052】また、本発明に係るレーザ装置では、上述のレーザ光の光学特性がレーザ光強度、ビーム径、あるいはビーム焦点位置であるとしたので、自由度の高い加工を高速に行うことができる。

【0053】また、本発明に係るレーザ装置では、レーザ光を供給するレーザ光光源と、レーザ光の光路上に配置され、レーザ光のビーム方向を複数の光路に変換させるビーム方向変換素子と、光路変換後のレーザ光を増幅させるレーザ増幅器と、を備えたので、レーザ光光源からのレーザ光のエネルギーが加工に充分でない場合にも、レーザ増幅により充分なエネルギーを有するレーザ光光源とできるため、本レーザ装置を加工光源として用いることにより、レーザ加工装置の価格がより安価になる効果がある。

【0054】また、本発明に係るレーザ装置では、上述のレーザ光光源がモードロックレーザからなるレーザ光光源であるので、本レーザ装置を加工光源として用いることにより、より短いパルス幅のレーザ光を加工に用いることができ、例えば三次元的な微細加工のような自由度の高い加工を高速に行うことができる効果がある。

【0055】また、本発明に係るレーザ装置では、上述のビーム方向変換素子が、レーザ光の偏光方向をスイッチングさせる複数の電気光学素子と、複数の電気光学素子の後段にそれぞれ配置されレーザ光のビーム方向を光路変換させる複数のポーラライザと、を含んでなるので、一層容易にレーザ光の光路変換を行うことができ、本レーザ装置を加工光源として用いることにより、レーザ加工装置の価格がより安価になる効果がある。

【0056】また、本発明に係るレーザ装置では、上述のビーム方向変換素子が、音響光学モジュレータあるいは可動式ミラーであるとしたので、レーザ光の光路変換を高速に行うことができるため、複数台のレーザ加工対象駆動部分がある場合でも、高速に加工することが可能\*

\*となるとともに、レーザ加工装置が実効的に安価になる。

【0057】本発明に係るレーザ加工装置は、上述のレーザ光を射出するレーザ装置と、このレーザ光を加工光源としてレーザ光に対して加工対象物を相対的に移動させるレーザ加工対象駆動部分と、を備えたので、レーザ加工装置が実効的に安価になる、あるいは自由度の高い加工を高速に行える効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1に示したレーザ加工装置の構成を示す図である。

【図2】 実施の形態2に示したレーザ加工装置の構成を示す図である。

【図3】 実施の形態2に示したレーザ装置から供給されたパルス列を示す図である。

【図4】 実施の形態3に示したレーザ加工装置の構成を示す図である。

【図5】 従来のレーザ加工装置を示す図である。

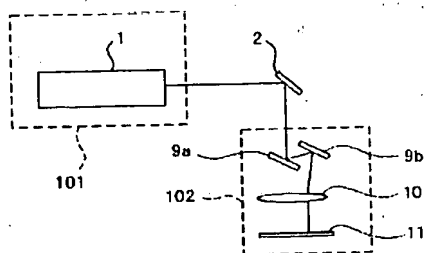
【図6】 従来のレーザ装置を示す図である。

【図7】 従来のレーザ装置のレーザ光のパルス列を示す図である。

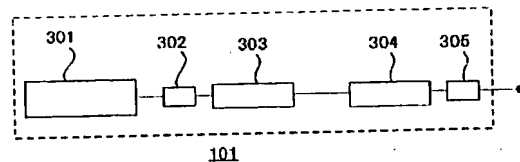
【符号の説明】

1、301 レーザ光光源、 2、2a、2b、2c、2d、200a、200b、200c、200d 全反射ミラー、 3 ビーム方向変換素子、 4 偏光方向回転素子、 5、5a、5b、5c、5d 集光レンズ、 6、6a、6b 偏光方向、 7、7a、7b アパーチャ、 8、8a、8b、8c、8d ポーラライザ、 9a、9b ガルバノミラー、 10 fθレンズ、 11、11a、11b、11c、11d 加工対象物、 101 レーザ装置、 102、102a、102b、102c、102d レーザ加工対象駆動部分、 13a、13b、13c、13d 電気光学素子、 14、14a、14b、14c、14d、304 レーザ増幅器、 15、15a、15b、15c、15d、306a、306b レーザ光のパルス列、 302 パルスエキスパンダー、 303 再生増幅器、 305 パルスコンプレッサー

【図5】

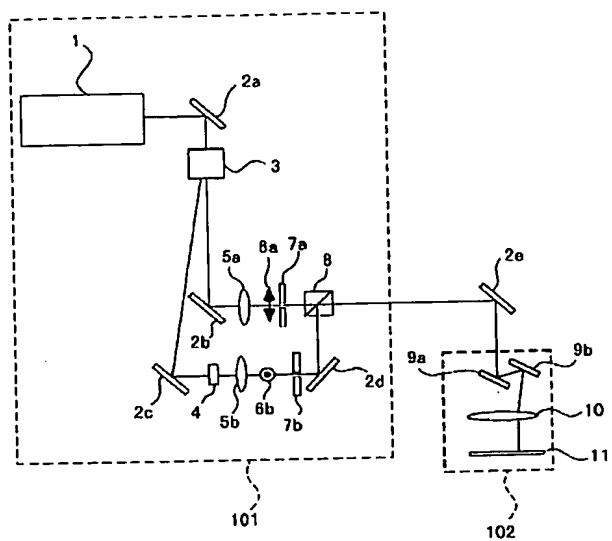


【図6】

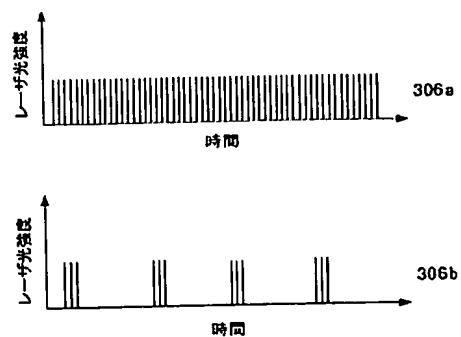




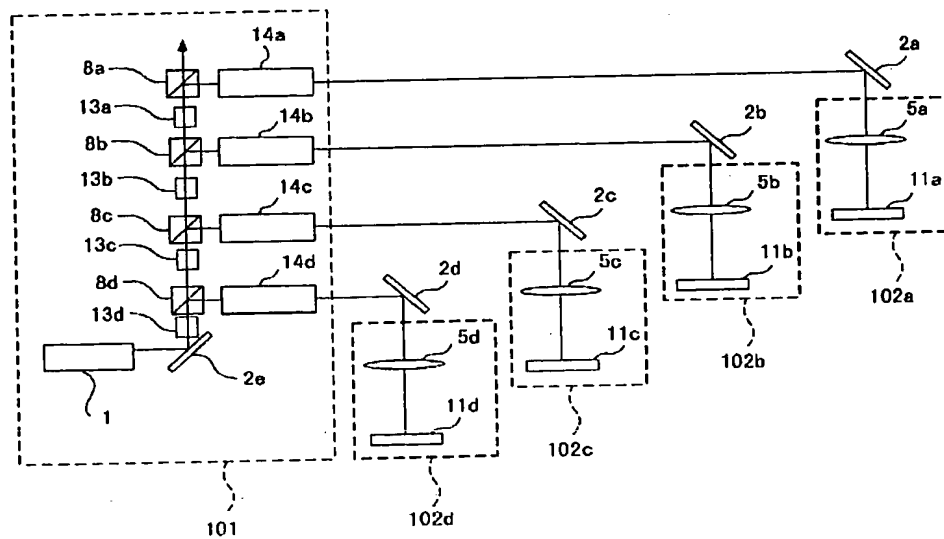
【図1】



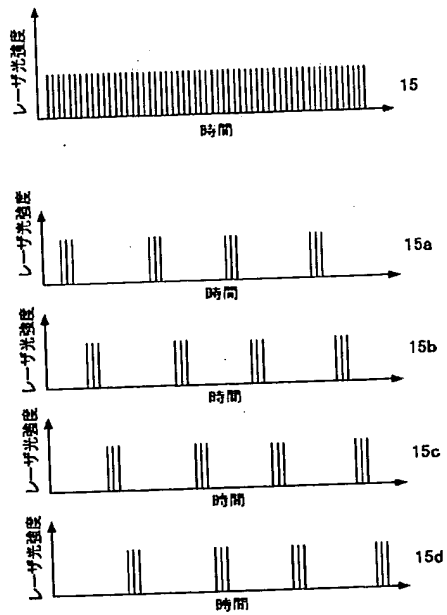
【図7】



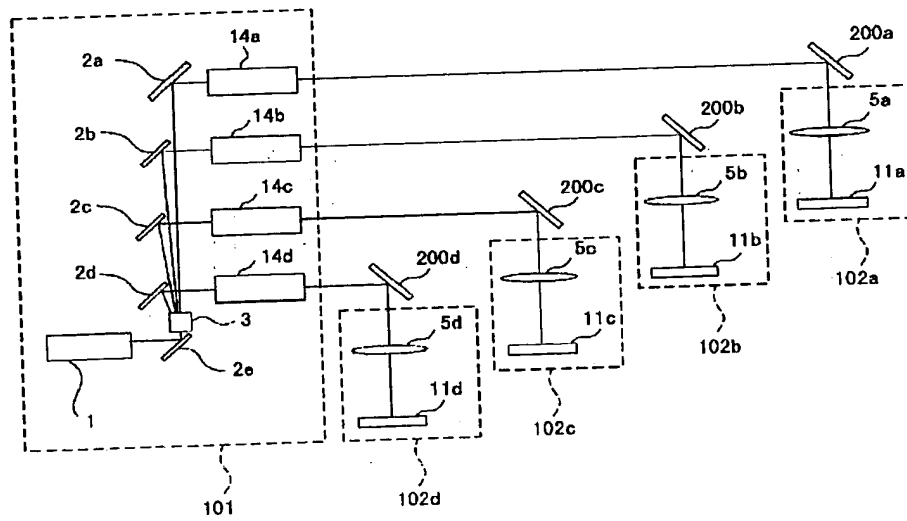
【図2】



【図3】



【図4】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H O I S 3/00

H O I S 3/00

B

3/07

3/07

3/098

3/098

F ターム (参考) 2H045 AB01 BA15 BA26 CB24 DA11

DA31

2H099 AA17 BA17 CA02 CA06 CA08

DA09

2K002 AA04 AB06 AB07 HA10

4E068 CD03 CD05 CD08

5F072 JJ20 KK30 MM20 YY06

THIS PAGE BLANK (USPTO)

